

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053309

International filing date: 07 December 2004 (07.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 001 299.7  
Filing date: 08 January 2004 (08.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 January 2005 (28.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 001 299.7

**Anmeldetag:** 08. Januar 2004


**Anmelder/Inhaber:** tesa AG, 20253 Hamburg/DE

**Bezeichnung:** Hitze-aktivierbare Haftklebmasse

**IPC:** C 09 J 133/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Hoß

**tesa Aktiengesellschaft  
Hamburg**

5

**Beschreibung**

**Hitze-aktivierbare Haftklebemasse**

10 Die Erfindung betrifft eine Hitze-aktivierbare Haftklebemasse, ein Verfahren zu deren Herstellung sowie eine Verwendung einer derartigen Hitze-aktivierbare Haftklebemasse.

15 Hitze-aktivierbare Haftklebemassen sind bereits seit langem bekannt und werden häufig für industrielle Haftklebeband-Anwendungen eingesetzt. Generell differenziert man zwischen Klebebändern, die bei Raumtemperatur bereits einen Tack haben und bei denen durch Hitzeeinwirkung die Klebkraft ansteigt, und Klebebändern, die bei Raumtemperatur  
20 keinen Tack besitzen und Tack und Klebkraft erst bei erhöhten Temperaturen aufbauen. Für Hitze-aktivierbare Haftklebebänder werden sehr häufig Polyacrylat- bzw. Polymethacrylatklebemassen eingesetzt. Diese Polymere besitzen diverse Vorteile gegenüber anderen Elastomeren. Sie sind sehr stabil gegenüber UV-Licht, Sauerstoff und Ozon.  
25 Synthetische und Naturkautschukklebemassen enthalten zumeist Doppelbindungen, die diese Klebemassen gegen die vorher genannten Umwelteinflüsse labil machen. Ein weiterer Vorteil von Polyacrylaten ist ihre Transparenz.

30 Um nun Hitze-aktivierbare Haftklebemassen herzustellen, existieren verschiedene Möglichkeiten. In US 4,045,517 werden Polymerblends aus einem Polyacrylat mit einer niedrigen Glasübergangstemperatur und einem Polymer mit einer hohen Glasübergangstemperatur eingesetzt. Die beschriebenen Haftklebebänder besitzen somit bereits bei Raumtemperatur eine Klebrigkeit.

35 In JP 88056274-B werden Mischungen aus Polyacrylaten und Nitrilkautschuk als Hitze-aktivierbare Klebemassen eingesetzt.

In US 4,199,646 werden Hitze-aktivierbare Klebebänder beschrieben, die aus Acrylatcopolymeren bestehen, wobei zumindest ein Comonomer enthalten ist, welches nach der  
35 Hitze-Aktivierung durch eine funktionellen Gruppe mit einem in der Mischung enthalten-

den Harz reagiert und somit durch eine Vernetzung die Hitzebeständigkeit des Kleb-  
bandes erhöht.

5 In US 4,545,843 werden Hitze-aktivierbare Acrylathaftklebemassen für poröse Substrate  
eingesetzt.

10 In US 4,880,683 werden Polyacrylate beschrieben, die Hitze-aktivierbar sind und bei  
einem Temperaturunterschied von 50 °C oberhalb der Glasübergangstemperatur klebrig  
werden.

10 In US 5,905,099 werden Hitze-aktivierbare Acrylat- bzw. Methacrylathaftklebemassen  
beschrieben, die für reflektive Folien eingesetzt werden.

15 Alle obengenannten Hitze-aktivierbaren Haftklebemassen weisen den Nachteil eines  
relativ weiten Aktivierungsbereiches auf, d. h. die Klebemassen werden in einem Bereich  
von größer 15 °C klebrig und sind somit nicht exakt schaltbar. Eine Erklärung hierfür ist  
der Polymerisationsprozeß, mit dem die Polyacrylate hergestellt wurden. In allen Fällen  
werden die Hitze-aktivierbaren Polyacrylate bzw. -methacrylate über eine freie radikali-  
20 scche Polymerisation hergestellt mit dem Ergebnis, dass die Polymere eine breite Moleku-  
largewichtsverteilung besitzen. Da die Glasübergangstemperatur von der Polymer-  
kettenlänge abhängig ist, ist die Aktivierungstemperatur in einem weiten Bereich von ca.  
10 °C gestreut.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile nach dem Stand der Technik zu beseitigen.  
Es soll insbesondere eine Haftklebemasse angegeben werden, die einen engen Aktivie-  
rungs-  
bereich aufweist. Ferner sollen ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Haftkle-  
bemasse sowie eine Verwendung einer derartigen Haftklebemasse angegeben werden.

30 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 9 und 10 gelöst. Zweckmäßige  
Ausgestaltungen der Erfindungen ergeben sich aus den Merkmalen der Ansprüche 2 bis  
8 und 11.

35 Nach Maßgabe der Erfindung ist eine Hitze-ativierbare Haftklebemasse vorgesehen, die  
ein Polymer oder Copolymer aus einer Monomierzusammensetzung umfaßt, die zumin-  
dest 50 Gew.-% einer Verbindung der Formel  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{R}_1)(\text{COOR}_2)$  umfaßt, wobei  $\text{R}_1$  H

oder  $\text{CH}_3$  darstellt und  $\text{R}_2$  H oder eine Alkylkette mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen darstellt, wobei das Polymer oder Copolymer

eine statische Glasübergangstemperatur von  $-10^\circ\text{C}$  bis  $120^\circ\text{C}$  aufweist;

5

einen Temperaturaktivierungsbereich von  $15^\circ\text{C}$  oder weniger aufweist; und

eine Molekulargewichtsverteilung  $M_w/M_n$  von 2,5 oder weniger aufweist.

- 10 Die erfindungsgemäße Haftklebmasse kann durch kontrollierte radikalische Polymerisation erhalten werden. Mittels kontrollierter radikalischer Polymerisation kann somit eine Haftklebmasse mit enger Molekulargewichtsverteilung erhalten werden, die einen engen Aktivierungsbereich aufweist.

- 15 Bei der Verbindung der Formel  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{R}_1)(\text{COOR}_2)$  umfaßt, wobei  $\text{R}_1$  H oder  $\text{CH}_3$  darstellt und  $\text{R}_2$  H oder eine Alkylkette mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen darstellt, handelt es sich somit, falls  $\text{R}_2$  H darstellt, um Acrylsäure oder Methacrylsäure, und falls  $\text{R}_2$  nicht H ist, um einen Acrylsäureester oder Methacrylsäureester.

- 20  $M_w$  ist das Gewichtsmittel des Molekulargewichtes des Polymers oder Copolymers.  $M_n$  ist das Zahlenmittel des Molekulargewichtes des Polymers oder Copolymers.

Die erfindungsgemäßen Haftklebmassen sind Hitze-aktivierbare Poly(meth)acrylathafkleber.

Im folgenden wird die erfindungsgemäße Hitze-aktivierbare Haftklebmasse auch als Haftklebmasse oder Acrylathafklebmasse bezeichnet. Angaben, die sich auf das Polymer beziehen, gelten auch für das Copolymer und umgekehrt, sofern nicht anders angegeben. Das Polymer oder Copolymer wird im folgenden auch als Poly(meth)acrylat bezeichnet.

30

Die Erfindung wird nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen ausführlicher beschrieben, von denen

- Fig. 1 ein DSC-Diagramm für eine erste Haftklebemasse des Standes der Technik ist;
- Fig. 2 ein DSC-Diagramm für eine zweite Haftklebemasse des Standes der Technik ist;
- 5 Fig. 3 ein DSC-Diagramm für eine dritte Haftklebemasse des Standes der Technik ist;
- Fig. 4 ein DSC-Diagramm für eine erste erfindungsgemäße Hitze-aktivierbare Haftklebemasse ist;
- Fig. 5 ein DSC-Diagramm für eine zweite erfindungsgemäße Hitze-aktivierbare Haftklebemasse ist; und
- 10 Fig. 6 ein DSC-Diagramm für eine dritte erfindungsgemäße Hitze-aktivierbare Haftklebemasse ist.

#### Hitze-aktivierbare Poly(meth)acrylate

- 15 Die statische Glasübergangstemperatur eines Polymers wird bevorzugt nach einer Methode von Fox bestimmt (Fox, T.G. Bull. Am. Phys. Soc. (Ser. 2) 1:123 (1956)).

Um eine Hitze-aktivierbare Haftklebemasse herzustellen, muß die statische Glasübergangstemperatur gegenüber konventionellen Acrylathaftklebemassen angehoben werden. Dies kann durch den Einsatz von Monomeren geschehen, die als Homopolymer  
20 eine höhere statische Glasübergangstemperatur besitzen oder durch Veränderung der Anteile der Comonomerzusammensetzung.

Um die erfindungsgemäße Hitze-aktivierbare Haftklebemasse gut handhaben zu können, wird bevorzugt eine statische Glasübergangstemperatur in einem Bereich von 0 bis 100 °C gewählt. Bei Temperaturen unterhalb 0 °C werden der Tack und die Klebkraft zu stark, und das Haftklebeband läßt sich nicht mehr gut repositionieren. Dennoch kann es für einige Anwendungen von Vorteil sein, auch Klebebänder mit einer statischen Glasübergangstemperatur von -10 °C einzusetzen. Bei statischen Glasübergangstemperaturen von größer 40 °C wird die Klebkraft bei Raumtemperatur extrem gering, so dass sich  
30 diese Klebebänder nicht mehr sicher positionieren lassen. Dennoch existiert in der Industrie auch eine Reihe von Anwendungen, die diese Funktion nicht benötigen, so dass auch Hitze-aktivierbare Haftklebemassen mit einer statischen Glasübergangstemperatur von bis zu 120 °C Anwendung finden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung setzt sich die Monomierzusammensetzung, aus der das Copolymer der erfindungsgemäßen Hitze-aktivierbaren Haftklebmasse gebildet wird, folgendermaßen zusammen:

5 (a1) 10 bis 85 Gew.-% eines Acrylat- oder Methacrylatesters eines nicht-tertiären Alkohols, dessen Homopolymer eine statische Glasübergangstemperatur von 0 °C oder weniger aufweist;

10 (a2) 0 bis 70 Gew.-% eines Acrylat- oder Methacrylatesters eines Alkohols, dessen Homopolymer eine statische Glasübergangstemperatur von mindestens 50 °C aufweist; und

(a3) 5 bis 50 Gew.-% eines Monomers, das eine polare funktionelle Gruppe trägt.

15 In einer sehr bevorzugten Ausführungsform werden für (a1) und (a2) Acryl- oder Methacrylmomomere eingesetzt, die aus Acryl- und Methacrylsäureestern bestehen, die Alkylgruppen mit 4 bis 14 Kohlenstoffatomen, bevorzugt 4 bis 9 Kohlenstoffatomen aufweisen. Spezielle Beispiele, ohne sich durch diese Aufzählung einschränken zu wollen, sind Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat,  
20 n-Pentylacrylat, n-Hexylacrylat, n-Heptylacrylat, n-Octylacrylat, n-Octylmethacrylat, n-Nonylacrylat, Laurylacrylat, Stearylacrylat, Behenylacrylat, und deren verzweigten Isomere, wie z. B. Isobutylacrylat, 2-Ethylhexylacrylat, 2-Ethylhexylmethacrylat, Isooctylacrylat, Isooctylmethacrylat.

Weitere unter (a2) einzusetzende Verbindungsklassen sind monofunktionelle Acrylate bzw. Methacrylate von überbrückten Cycloalkylalkoholen, bestehend aus zumindest 6 Kohlenstoffatomen. Die Cycloalkylalkohole können auch substituiert sein, z. B. durch C1-6-Alkyl, Halogen oder Cyano. Spezifische Beispiele sind Cyclohexylmethacrylate, Isobornylacrylat, Isobornylmethacrylate und 3,5-Dimethyladamantylacrylat.

30

Für (a3) werden in einer bevorzugten Ausführungsform Monomere eingesetzt, die eine polare Gruppe wie Carboxyl, Sulfon- und Phosphonsäure, Hydroxy-, Lactam und Lacton, N-substituiertes Amid, N-substituiertes Amin, Carbamat-, Epoxy-, Thiol-, Ether, Alkoxy-, Cyan- oder ähnliches tragen.

35

Moderate basische Monomere sind z. B. N,N-Dialkyl substituierte Amide, wie z. B. N,N-Dimethylacrylamid, N,N-Dimethylmethacrylamid, N-tert.-Butylacrylamid, N-Vinylpyrrolidon, N-Vinylactam, Dimethylaminoethylmethacrylat, Dimethylaminoethylacrylat, Diethylaminoethylmethacrylat, Diethylaminoethylacrylat, N-Methylolmethacrylamid, N-(Butoxymethyl)methacrylamid, N-Methylolacrylamid, N-(Ethoxymethyl)acrylamid, N-Isopropylacrylamid, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

Weitere besonders bevorzugte Beispiele für (a3) sind Hydroxyethylacrylat, Hydroxypropylacrylat, Hydroxyethylmethacrylat, Hydroxypropylmethacrylat, Allylalkohol, Maleinsäureanhydrid, Itaconsäureanhydrid, Itaconsäure, Glyceridylmethacrylat, Phenoxyethylacrylat, Phenoxyethylmethacrylat, 2-Butoxyethylmethacrylat, 2-Butoxyethylacrylat, Cyanoethylmethacrylat, Cyanoethylacrylat, Glycerilmethacrylat, 6-Hydroxyhexylmethacrylat, Vinyllessigsäure, Tetrahydrofurfurylacrylat,  $\beta$ -Acryloyloxypropionsäure, Trichloracrylsäure, Fumarsäure, Crotonsäure, Aconitsäure, Dimethylacrylsäure, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

In einer weiteren sehr bevorzugten Ausführungsform werden als Monomere (a3) Vinyl-ester, Vinylether, Vinylhalogenide, Vinylidenhalogenide und Vinylverbindungen mit aromatischen Cyclen und Heterocyclen in  $\alpha$ -Stellung eingesetzt. Auch hier seien nicht ausschließlich einige Beispiele genannt: Vinylacetat, Vinylformamid, Vinylpyridin, Ethylvinylether, Vinylchlorid, Vinylidenchlorid und Acrylnitril.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden zu den beschriebenen Comonomeren (a1) bis (a3) Monomere hinzugesetzt, die eine hohe statische Glasübergangstemperatur besitzen. Als Komponenten eignen sich aromatische Vinylverbindungen, wie z. B. Styrol, wobei bevorzugt die aromatischen Kerne aus C<sub>4</sub> bis C<sub>18</sub> bestehen und auch Heteroatome enthalten können. Besonders bevorzugte Beispiele sind 4-Vinylpyridin, N-Vinylphthalimid, Methylstyrol, 3,4-Dimethoxystyrol, 4-Vinylbenzoesäure, Benzylacrylat, Benzylmethacrylat, Phenylacrylat, Phenylmethacrylat, t-Butylphenylacrylat, t-Butylphenylmethacrylat, 4-Biphenylacrylat und -methacrylat, 2-Naphthylacrylat und -methacrylat sowie Mischungen aus diesen Monomeren, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

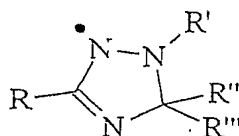
Generell wird durch einen steigenden Anteil eines Monomers, welches als Homopolymer eine hohe statische Glasübergangstemperatur besitzt, die statische Glasübergangstem-



peratur des gesamten Polymers angehoben, und der Tack sowie die Klebkraft verringern sich bei Raumtemperatur. Durch die Auswahl der Anteile an Monomeren, die als Homopolymer entweder eine niedrige oder hohe Glasübergangstemperatur besitzen, können die Eigenschaften, d. h. die Aktivierungstemperatur eingestellt werden.

5

Für den Polymerisationsprozeß durch kontrollierte radikalische Polymerisation wird vorzugsweise ein Kontrollreagenz der allgemeinen Formel eingesetzt:



(I)

worin

- 10 • R, R', R'', R''' unabhängig voneinander gewählt sind oder gleich sind und
- verzweigte und unverzweigte C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkylreste; C<sub>3</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkenylreste; C<sub>3</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkynylreste;
  - H oder C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkoxy;
  - durch zumindest eine OH-Gruppe oder ein Halogenatom oder einen Silylether substituier
- 15 te C<sub>1</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkylreste; C<sub>3</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkenylreste; C<sub>3</sub>- bis C<sub>18</sub>-Alkynylreste;
- C<sub>2</sub>-C<sub>18</sub>-Hetero-Alkylreste mit mindestens einem O-Atom und/oder einer NR'-Gruppe in der Kohlenstoffkette;
  - mit zumindest einer Estergruppe, Aminogruppe, Carbonatgruppe, Cyano-, Isocyano- und/oder Epoxidgruppe und/oder mit Schwefel substituierte C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>-Alkylreste, C<sub>3</sub>-C<sub>18</sub>-Alkenylreste, C<sub>3</sub>-C<sub>18</sub>-Alkynylreste;
  - C<sub>3</sub>-C<sub>12</sub>-Cycloalkylreste;
  - C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Arylreste; oder
  - Wasserstoff

darstellen; oder

- 25 • R'' und R''' miteinander in Form von Spirolverbindungen verbunden sind.

Kontrollreagenzien der Formel (I) bestehen in einer mehr bevorzugten Ausführungsform aus folgenden weiter eingeschränkten Verbindungen:

Halogene sind hierbei bevorzugt F, Cl, Br oder I, stärker bevorzugt Cl und Br. Als Alkyl-, Alkenyl- und Alkinylreste in den verschiedenen Substituenten eignen sich hervorragend sowohl lineare als auch verzweigte Ketten.

5 Beispiele für Alkylreste, welche 1 bis 18 Kohlenstoffatome enthalten, sind Methyl, Ethyl, Propyl, Isopropyl, Butyl, Isobutyl, t-Butyl, Pentyl, 2-Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, 2-Ethylhexyl, t-Octyl, Nonyl, Decyl, Undecyl, Tridecyl, Tetradecyl, Hexadecyl und Octadecyl.

10 Beispiele für Alkenylreste mit 3 bis 18 Kohlenstoffatomen sind Propenyl, 2-Butenyl, 3-Butenyl, Isobutenyl, n-2,4-Pentadienyl, 3-Methyl-2-butenyl, n-2-Octenyl, n-2-Dodecenyl, Isododecenyl und Oleyl.

15 Beispiele für Alkinyl mit 3 bis 18 Kohlenstoffatomen sind Propinyl, 2-Butinyl, 3-Butinyl, n-2-Octinyl und n-2-Octadecinyl.

Beispiele für Hydroxy-substituierte Alkylreste sind Hydroxypropyl, Hydroxybutyl oder Hydroxyhexyl.

20 Beispiele für Halogen-substituierte Alkylreste sind Dichlorbutyl, Monobrombutyl oder Trichlorhexyl.

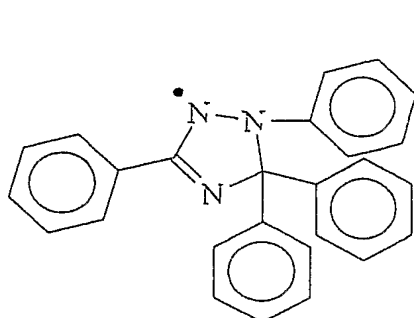
Ein geeigneter  $C_2$ - $C_{18}$ -Hetero-Alkylrest mit mindestens einem O-Atom in der Kohlenstoffkette ist beispielsweise  $-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_3$ .

Als  $C_3$ - $C_{12}$ -Cycloalkylreste dienen beispielsweise Cyclopropyl, Cyclopentyl, Cyclohexyl oder Trimethylcyclohexyl.

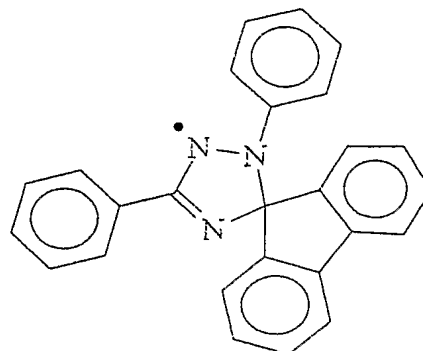
30 Als  $C_6$ - $C_{10}$ -Arylreste dienen beispielsweise Phenyl, Naphthyl, Benzyl oder weiter substituiertes Phenyl, wie z. B. Ethyl, Toluol, Xylol, Mesitylen, Isopropylbenzol, Dichlorbenzol oder Bromtoluol.

Die vorstehenden Auflistungen dienen nur als Beispiele für die jeweiligen Verbindungsgruppen und besitzen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden Verbindungen der Formel (Ia) und (Ib) als Kontrollreagenzien eingesetzt.

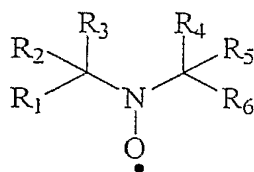


(Ia)

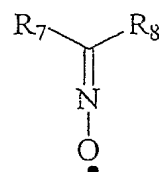


(Ib)

Als weitere kontrollierte radikalische Polymerisationsmethoden können die ATRP, RAFT oder Nitroxid/Tempo-kontrollierte Reaktionen eingesetzt werden. Zur Radikalstabilisierung werden Nitroxide der Formel (IIa) oder (IIb) eingesetzt:



(IIa)



(IIb)

wobei  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$ ,  $R_7$ ,  $R_8$  unabhängig voneinander folgende Verbindungen oder Atome bedeuten:

- i) Halogenide, wie z. B. Chlor, Brom oder Iod;
- ii) lineare, verzweigte, cyclische und heterocyclische Kohlenwasserstoffe mit 1 - 20 Kohlenstoffatomen, welche gesättigt, ungesättigt und aromatisch sein können;
- iii) Ester  $-COOR_9$ , Alkoxide  $-OR_{10}$  und/oder Phosphonate  $-PO(OR_{11})_2$ , wobei  $R_9$ ,  $R_{10}$  oder  $R_{11}$  für Reste aus der Gruppe ii) stehen.

15

Die Verbindungen der Formel (IIa) oder (IIb) können auch an Polymerketten jeglicher Art gebunden sein und somit zum Aufbau der Copolymere als Makroradikale oder Makroregler genutzt werden.

Weiterhin können als kontrollierte Regler für die Polymerisation folgende Verbindungen verwendet werden:

- 2,2,5,5-Tetramethyl-1-pyrrolidinyloxy (PROXYL), 3-Carbamoyl-PROXYL, 2,2-Dimethyl-4,5-cyclohexyl-PROXYL, 3-Oxo-PROXYL, 3-Hydroxylimine-PROXYL, 3-Aminomethyl-ROXYL, 3-Methoxy-PROXYL, 3-t-Butyl-PROXYL, 3,4-Di-t-butyl-PROXYL

5    

- 2,2,6,6-Tetramethyl-1-piperidinyloxypyrrolidinyloxy (TEMPO), 4-Benzoyloxy-TEMPO, 4-Methoxy-TEMPO, 4-Chlor-TEMPO, 4-Hydroxy-TEMPO, 4-Oxo-TEMPO, 4-Amino-TEMPO, 2,2,6,6-Tetraethyl-1-piperidinyloxy, 2,2,6-Trimethyl-6-ethyl-1-piperidinyloxy

- N-tert.-Butyl-1-phenyl-2-methylpropylnitroxid

- N-tert.-Butyl-1-(2-naphtyl)-2-methylpropylnitroxid

- N-tert.-Butyl-1-diethylphosphono-2,2-dimethylpropylnitroxid

10    

- N-tert.-Butyl-1-dibenzylphosphono-2,2-dimethylpropylnitroxid

- N-(1-Phenyl-2-methylpropyl)-1-diethylphosphono-1-methylethylnitroxid

- Di-t-Butylnitroxid

- Diphenylnitroxid

- t-Butyl-t-amylnitroxid

15

Als weitere Variante kann der RAFT-Prozeß (reversible addition-fragmentation chain transfer) durchgeführt werden. Der Prozeß ist in den Patenten WO 9801478 und WO 9931144 ausführlich beschrieben.

20    In sehr bevorzugten Ausführungsformen werden Polymerisationsprozesse durchgeführt, wie sie in DE 100 36 801.8 und DE 100 30 217.3 beschrieben sind.

In Verbindung mit den obengenannten kontrolliert radikalisch verlaufenden Polymerisationen werden bevorzugt Initiatorsysteme, die zusätzlich weitere radikalische Initiatoren zur Polymerisation enthalten, insbesondere thermisch zerfallende radikalbildende Azo- oder Peroxo-Initiatoren verwendet. Prinzipiell können hierfür jedoch alle für Acrylate bzw. Methacrylate bekannten üblichen Initiatoren eingesetzt werden. Die Produktion von C-zentrierten Radikalen ist im Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Vol. E 19a, S. 60 - 147 beschrieben. Diese Methoden werden in bevorzugter Weise in Analogie

30    angewendet.

Beispiele für Radikalquellen sind Peroxide, Hydroperoxide und Azoverbindungen. Als einige Beispiele für typische Radikalinitiatoren seien hier genannt: Kaliumperoxodisulfat, Dibenzoylperoxid, Cumolhydroperoxid, Cyclohexanonperoxid, Di-t-butylperoxid, Azodi-

35    isosäurebutyronitril,           Cyclohexylsulfonylacetylperoxid,           Diisopropylpercarbonat,

t-Butylperoktoat, Benzpinacol, wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist. In einer sehr bevorzugten Ausführungsform wird als radikalischer Initiator 1,1'-Azo-bis-(cyclohexancarbonsäurenitril) (Vazo 88<sup>TM</sup> der Fa. DuPont) verwendet.

- 5 Weiterhin können auch Radikalquellen verwendet werden, die erst unter UV-Licht-Bestrahlung Radikale freisetzen.

10 Als weitere kontrollierte Polymerisationsmethode kann die Atom Transfer Radical Polymerization (ATRP) eingesetzt werden, wobei als Initiator bevorzugt monofunktionelle oder difunktionelle sekundäre oder tertiäre Halogenide und zur Abstraktion des(r) Halogenids(e) Cu-, Ni-, Fe-, Pd-, Pt-, Ru-, Os-, Rh-, Co-, Ir-, Cu-, Ag- oder Au-Komplexe [EP 0 824 111; EP 0 826 698; EP 0 824 110; EP 0 841 346; EP 0 850 957] eingesetzt werden. Die unterschiedlichen Möglichkeiten der ATRP sind ferner in den Patenten US 5,945,491, US 5,854,364 und US 5,789,487 beschrieben.

15

Die mittleren Molekulargewichte  $M_w$  (Gewichtsmittel) der bei der kontrollierten radikalischen Polymerisation entstehenden Haftklebmassen werden derart gewählt, dass sie in einem Bereich von 50.000 und 1.500.000 liegen; speziell für die weitere Verwendung als Hitze-aktivierbare Klebebänder Haftklebmassen mit einem mittleren Molekulargewichten von 200.000 bis 1.000.000 hergestellt. Die Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes erfolgt über Gelpermeationschromatographie (GPC) oder Matrix-unterstützte Laser-Desorption/Ionisations-Massenspektrometrie (MALDI-MS).

20

Die Polymerisation kann in Gegenwart eines organischen Lösungsmittels, in Gegenwart von Wasser oder in Gemischen aus organischen Lösungsmitteln und Wasser durchgeführt werden. Es wird dabei angestrebt, die verwendete Lösungsmittelmenge so gering wie möglich zu halten. Geeignete organische Lösungsmittel oder Gemische von Lösungsmitteln sind reine Alkane (Hexan, Heptan, Octan, Isooctan), aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol), Ester (Essigsäureethylester, Essigsäurepropyl-, butyl-, oder hexylester), halogenierte Kohlenwasserstoffe (Chlorbenzol), Alkanole (Methanol, Ethanol, Ethylenglycol, Ethylenglycolmonomethylether) und Ether (Diethylether, Dibutylether) oder Gemische davon. Die wässrigen Polymerisationsreaktionen können mit einem mit Wasser mischbaren oder hydrophilen Colösungsmittel versetzt werden, um zu gewährleisten, dass das Reaktionsgemisch während des Monomerumsatzes in Form einer homogenen Phase vorliegt. Vorteilhaft verwendbare Colösungsmittel

30

35

für die vorliegende Erfindung werden aus der Gruppe gewählt, die aus aliphatischen Alkoholen, Glycolen, Ethern, Glycolethern, Pyrrolidinen, N-Alkylpyrrolidinonen, N-Alkylpyrrolidonen, Polyethylenglycolen, Polypropylenglycolen, Amiden, Carbonsäuren und Salzen davon, Estern, Organosulfiden, Sulfoxiden, Sulfonen, Alkoholderivaten, Hydroxyetherderivaten, Aminoalkoholen, Ketonen und dergleichen, sowie Derivaten und Gemischen davon besteht.

Die Polymerisationszeit beträgt - je nach Umsatz und Temperatur - zwischen 4 und 48 Stunden. Je höher die Reaktionstemperatur gewählt werden kann, das heißt, je höher die thermische Stabilität des Reaktionsgemisches ist, desto geringer kann die Reaktionsdauer gewählt werden.

Zur Initiierung der Polymerisation ist für die thermisch zerfallenden Initiatoren der Eintrag von Wärme essentiell. Die Polymerisation kann für die thermisch zerfallenden Initiatoren durch Erwärmen auf 50 bis 160 °C, je nach Initiatortyp, initiiert werden. Für den Einsatz von UV-Initiatoren wird mit UV-Licht der geeigneten Wellenlänge eingestrahlt. Diese Reaktion kann in einem Temperaturbereich von 0 °C bis 150 °C durchgeführt werden. Nachdem der Polymerisationsschritt beendet ist, kann das Reaktionsgemisch auf eine Temperatur unterhalb 60 °C, vorzugsweise auf Raumtemperatur, abgekühlt werden.

Für die klebtechnischen Eigenschaften kann es von Vorteil sein, die Hitze-aktivierbare Klebmasse zu vernetzen. Für eine UV-Vernetzung werden dann bevorzugt UV-Photoinitiatoren zugesetzt. Die Photoinitiatoren können vom Typ Norrish I oder Norrish II sein. Einige Gruppen von Photoinitiatoren seien im folgenden aufgezählt: Benzophenone, Acetophenone, Benzile, Benzoin, Hydroxyalkylphenone, Phenylcyclohexylketone, Anthrachinone, Trimethylbenzoylphosphinoxide, Methylthiophenylmorpholinketone, Aminoketone, Azobenzoin, Thioxanthone, Hexarylhisimidazole, Triazine oder Fluoren, wobei jeder dieser Reste zusätzlich mit einem oder mehreren Halogenatomen und/oder einer oder mehreren Alkoxygruppen und/oder einer oder mehreren Aminogruppen oder Hydroxygruppen substituiert sein kann. Ein repräsentativer Überblick wird in „Photoinitiation Photopolymerization and Photocuring, Fundamentals and Applications, von J.-P. Fouassier, Hanser Publishers, München, Wien, New York 1995“ gegeben. Ergänzend kann auf „Chemistry & Technology of UV & EB formulation for Coatings, Inks & Paints, Volume 5, A. Carroy, C. Decker, J.P. Dowling, P. Pappas, B. Monroe, ed. By P.K.T. Oldring, publ. By SITA Technology, London, England 1994“ verwiesen werden.

Für den Fall, dass die Hitze-aktivierbare Haftklebemasse aus Lösung aufgetragen wird, kann es von Vorteil sein, dass sie 0,05 bis 3 Gew.-%, stärker bevorzugt 0,1 bis 2 Gew.-% Vernetzer, basierend auf dem Gewichtsanteil der Monomere der Klebemasse, enthält.

- 5 Der Vernetzer ist typischer Weise ein Metallchelat oder eine organische Verbindung, das/die mit einer funktionellen Gruppe eines Comonomers reagiert und somit direkt mit dem Polymer reagiert. Für die thermische Vernetzung sind weiterhin auch Peroxide geeignet. Für Säuregruppen-enthaltende Polymere können auch multifunktionelle Isocyanate und Epoxide eingesetzt werden.

10

Für die Verwendung der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Poly(meth)acrylate als Hitze-aktivierbare Haftklebemassen werden die Polymere zur Optimierung optional mit zumindest einem Harz abgemischt. Als zuzusetzende klebrigmachende Harze sind ausnahmslos alle vorbekannten und in der Literatur beschriebenen

15

Klebharze einsetzbar. Genannt seien stellvertretend die Pinen-, Inden- und Kolophoniumharze, deren disproportionierte, hydrierte, polymerisierte, veresterte Derivate und Salze, die aliphatischen und aromatischen Kohlenwasserstoffharze, Terpenharze und Terpenphenolharze sowie C5-, C9- sowie andere Kohlenwasserstoffharze. Beliebige Kombinationen dieser und weiterer Harze können eingesetzt werden, um die Eigen-

20

schaften der resultierenden Haftklebemasse wunschgemäß einzustellen. Im allgemeinen lassen sich alle mit dem entsprechenden Polyacrylat kompatiblen (löslichen) Harze einsetzen, insbesondere sei verwiesen auf alle aliphatischen, aromatischen, alkylaromatischen Kohlenwasserstoffharze, Kohlenwasserstoffharze auf Basis reiner Monomere, hydrierte Kohlenwasserstoffharze, funktionelle Kohlenwasserstoffharze sowie Naturharze. Auf die Darstellung des Wissensstandes im „Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology“ von Donatas Satas (van Nostrand, 1989) sei ausdrücklich hingewiesen.

30

In einer weiteren vorteilhaften Weiterentwicklung werden zu der Haftklebemasse ein oder mehrere Weichmacher, wie z. B. niedermolekulare Polyacrylate, Phthalate, polare Weichmacher auf Basis von Aminen oder Weichharze hinzudosiert.

Die Acrylathaftklebemassen können des weiteren mit einem oder mehreren Additiven wie Alterungsschutzmitteln, Lichtschutzmitteln, Ozonschutzmitteln, Fettsäuren, Harzen,

Keimbildnern, Blähmitteln, Compoundierungsmitteln und/oder Beschleunigern abgemischt sein.

Weiterhin können sie mit einem oder mehreren Füllstoffen wie Fasern, Ruß, Zinkoxid, Titandioxid, Voll- oder Hohlglas(mikro)kugeln, Mikrokugeln aus anderen Materialien, Kie-  
 5 selsäure, Silikaten und Kreide versetzt sein, wobei auch der Zusatz von blockierungs-  
 freien Isocyanaten möglich ist.

Insbesondere für die Verwendung als Haftklebmasse ist es für das erfindungsgemäße  
 Verfahren vorteilhaft, wenn das Polyacrylat bevorzugt aus der Schmelze auf einen Träger  
 10 oder auf ein Trägermaterial als Schicht aufgebracht wird.

Hierfür werden die wie im vorhergehenden beschrieben hergestellten Hitze-aktivierbaren  
 Poly(meth)acrylate zu einem Hotmelt aufkonzentriert, dessen Lösungsmittelgehalt  
 $\leq 2$  Gew.-% ist, besonders bevorzugt mit einem Lösungsmittelgehalt  $\leq 0,5$  Gew.-%. Die-  
 15 ser Prozeß findet bevorzugt in einem Aufkonzentrationsextruder statt. Die Klebmasse  
 wird dann in einer günstigen Variante des Verfahrens als Heißschmelzmasse in Form  
 einer Schicht auf einen Träger oder auf ein Trägermaterial aufgetragen.

Als Trägermaterialien für die Haftklebmasse, beispielsweise für Klebebänder, werden  
 20 die dem Fachmann geläufigen und üblichen Materialien, wie Folien (Polyester, PET, PE,  
 PP, BOPP, PVC), Vliese, Schäume, Gewebe und Gewebefolien sowie Trennpapier  
 (Glassine, HDPE, LDPE) verwendet. Diese Aufzählung ist nicht abschließend.

Es ist für die Verwendung als Haftklebmasse besonders günstig, die Polyacrylate nach  
 der Beschichtung auf den Träger oder auf das Trägermaterial zu vernetzen. Zur Herstel-  
 lung der Haftklebebänder werden die oben beschriebenen Polymere hierzu optional mit  
 Vernetzern abgemischt. Bevorzugte unter Strahlung vernetzende Substanzen gemäß  
 dem erfindungsgemäßen Verfahren sind z. B. bi- oder multifunktionelle Acrylate oder bi-  
 oder multifunktionelle Urethanacrylate, bi- oder multifunktionelle Isocyanate oder bi- oder  
 30 multifunktionelle Epoxide. Einfache Beispiele hierfür sind 1,6-Hexandioldiacrylat, Penta-  
 erythritoltetraacrylat, Trimethylolpropantriacylat oder 1,2-Ethylenglycoldiacrylat. Verwen-  
 det werden können hier aber auch alle weiteren, dem Fachmann geläufigen bi- oder mul-  
 tifunktionellen Verbindungen, die in der Lage sind, Polyacrylate zu vernetzen.



Wenn die Hitze-aktivierbare Haftklebmasse UV-vernetzt werden sollte, so erfolgt dies durch ultraviolette Bestrahlung in einem Wellenlängenbereich von 200 bis 450 nm, insbesondere unter Verwendung von Quecksilber-Hochdruck- oder -Mitteldruck-Lampen bei einer Leistung von 80 bis 240 W/cm. Zur UV-Vernetzung kann aber auch monochromatische Strahlung in Form von Lasern verwendet werden. Um Überhitzungen zu vermeiden, kann es angebracht sein, den UV-Strahlengang teilweise abzuschatten. Weiterhin können spezielle Reflektorsysteme eingesetzt werden, die als Kaltlichtstrahler fungieren, um so Überhitzungen zu vermeiden.

- 10 Wenn auch nicht für das erfindungsgemäße Verfahren von Vorteil, so kann es angebracht sein, die erfindungsgemäßen Hitze-aktivierbaren Polymere mit Elektronenstrahlen auch zu vernetzen. Typische Bestrahlungsvorrichtungen, die zum Einsatz kommen könnten, stellen Linearkathodensysteme, Scannersysteme beziehungsweise Segmentkathodensysteme dar, sofern es sich um Elektronenstrahlbeschleuniger handelt. Eine ausführliche Beschreibung des Standes der Technik und der wichtigsten Verfahrensparameter findet man bei Skelhorne „Electron Beam Processing“ in Vol. 1 „Chemistry & Technology of UV & EB Formulations for Coatings, Inks & Paints“ publ. Sita Technology, London 1991. Die typischen Beschleunigungsspannungen liegen im Bereich zwischen 50 kV und 500 kV, vorzugsweise 80 kV bis 300 kV. Die angewandten Strahlungsdosen bewegen sich zwischen 5 bis 150 kGy, insbesondere 20 bis 100 kGy.

Im weiteren wird die Verwendung des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Poly(meth)acrylates als Hitze-aktivierbare Haftklebmasse beansprucht.

Insbesondere ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Haftklebmasse für ein Klebeband von Vorteil, wobei die Haftklebmasse ein- oder beidseitig auf einen Träger aufgetragen sein kann.

### Beispiele

30

### Testmethoden

Folgende Testmethoden wurden angewendet, um die Eigenschaften, insbesondere die klebtechnischen Eigenschaften der hergestellten Hitze-aktivierbaren Haftklebmassen zu evaluieren.

35

180°-Klebekrafttest (Test A)

Ein 20 mm breiter Streifen eines Klebebandes, das aus einer auf Polyester als Schicht aufgetragenen Hitze-aktivierbaren (Meth)acrylatklebemasse ( $50 \text{ g/m}^2$ ) bestand, wurde auf Stahlplatten aufgebracht. Der Streifen wurde zweimal mit einem 2-kg-Gewicht auf das Substrat aufgedrückt. Das Klebeband wurde anschließend sofort mit 300 mm/min und im 180° Winkel vom Substrat abgezogen. Die Stahlplatten wurden zweimal mit Aceton und einmal mit Isopropanol gewaschen. Die Meßergebnisse sind in N/cm angegeben und sind gemittelt aus drei Messungen. Alle Messungen wurden bei Raumtemperatur und unter klimatisierten Bedingungen (23 °C und 50 % Luftfeuchtigkeit) durchgeführt.

180°-Klebekrafttest nach Hitze-Aktivierung (Test B)

Es wurde analog Test A vorgegangen. Die Verklebung wurde auf einer beheizbaren Klebkraft-Schiene vorgenommen, wobei hier eine Temperatur von 35 °C als Meßtemperatur gewählt wurde. Für die Durchführung der Anwendung wurde zuvor der Meßstreifen in einem Trockenschrank auf 35 °C vorgeheizt.

Differential Scanning Calorimetry (DSC) (Test C)

Die DSC-Messungen wurden mit dem Gerät Mettler DSC 30 der Firma Mettler durchgeführt. Für die Messung wurden ca. 10 mg Probe eingewogen. Die Aufheizrate betrug 10 K pro Minute. Es wird unter Stickstoff-Atmosphäre gemessen. Es wurden zwei Aufheizkurven nacheinander aufgenommen, wobei nur die zweite Kurve ausgewertet wurde.

Gelpermeationschromatographie GPC (Test D)

Die Bestimmung des mittleren Molekulargewichtes  $M_w$  und der Polydispersität PD erfolgte durch die Firma Polymer Standards Service in Mainz. Als Eluent wurde THF mit 0,1 Vol.-% Trifluoressigsäure eingesetzt. Die Messung erfolgte bei 25 °C. Als Vorsäule wurde PSS-SDV, 5  $\mu$ ,  $10^3 \text{ Å}$ , ID 8,0 mm x 50 mm verwendet. Zur Auftrennung wurden die Säulen PSS-SDV, 5  $\mu$ ,  $10^3$  sowie  $10^5$  und  $10^6$  mit jeweils ID 8,0 mm x 300 mm eingesetzt. Die Probenkonzentration betrug 4 g/l, die Durchflußmenge 1,0 ml pro Minute. Es wurde gegen PMMA-Standards gemessen.

Herstellung von Bis-2,2'-phenylethyl-thiocarbonat

Die Synthese des Bis-2,2'-phenylethyl-thiocarbonates erfolgt ausgehend von 2-Phenylethylbromid mit Dischwefelkohlenstoff und Natriumhydroxid nach einer Vorschrift

von Synth. Communications 18(13), S. 1531 - 1536, 1988. Ausbeute nach Destillation: 72 %.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  (ppm) : 7,20 - 7,40 (m, 10 H), 1,53, 1,59 (2 x d, 6 H), 3,71, 3,81 (2 x m, 2 H).

### Polymerisationen

#### Vergleichsbeispiel R1:

- 10 Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 20 g Acrylsäure, 180 g Butylacrylat, 100 g tert.-Butylacrylat, 100 g Methylmethacrylat und 170 g Aceton befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und 0,2 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 75 °C erwärmt und
- 15 die Reaktion konstant bei dieser Außentemperatur durchgeführt. Nach 1 h Reaktionszeit wurde wiederum 0,2 g AIBN hinzugegeben. Nach 4 h wurde mit 100 g Aceton verdünnt. Zur Reduktion der Restinitiatoren wurden nach 5 und nach 7 h jeweils 1 g Bis-(4-tert.-butylcyclohexanyl)-peroxy-dicarbonat (Perkadox 16<sup>TM</sup>, Fa Akzo Nobel) hinzugegeben. Die Reaktion wurde nach 24 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur
- 20 abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Polymers ist in Fig. 1 gezeigt.

#### Vergleichsbeispiel R2:

- Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 200 g 2-Ethylhexylacrylat, 80 g N,N-Dimethylacrylamid, 120 g Methylmethacrylat und 120 g Aceton befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und 0,2 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 75 °C erwärmt und die Reaktion konstant bei dieser Außentemperatur durchgeführt. Nach 1 h Reaktionszeit
- 30 wurde wiederum 0,2 g AIBN hinzugegeben. Nach 4 h wurde mit 100 g Aceton verdünnt. Zur Reduktion der Restinitiatoren wurden nach 5 und nach 7 h jeweils 1 g Bis-(4-tert.-butylcyclohexanyl)-peroxy-dicarbonat (Perkadox 16<sup>TM</sup>, Fa Akzo Nobel) hinzugegeben. Die Reaktion wurde nach 24 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Poly-
- 35 mers ist in Fig. 2 gezeigt.

Vergleichsbeispiel R3:

Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 36 g Acrylsäure, 124 g Butylacrylat, 120 g tert.-Butylacrylat, 120 g Methylmethacrylat und 170 g Aceton befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde  
 5 der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und 0,2 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 75 °C erwärmt und die Reaktion konstant bei dieser Außentemperatur durchgeführt. Nach 1 h Reaktionszeit wurde wiederum 0,2 g AIBN hinzugegeben. Nach 4 h wurde mit 100 g Aceton verdünnt. Zur Reduktion der Restinitiatoren wurden nach 5 und nach 7 h jeweils 1 g Bis-(4-tert.-  
 10 butylcyclohexanyl)-peroxy-dicarbonat (Perkadox 16<sup>TM</sup>, Fa Akzo Nobel) hinzugegeben. Die Reaktion wurde nach 24 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Polymers ist in Fig. 3 gezeigt.

15 Beispiel 1:

Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 20 g Acrylsäure, 180 g Butylacrylat, 100 g tert.-Butylacrylat, 100 g Methylmethacrylat, 0,2 g Bis-2,2'-phenylethyl-thiocarbonat und 40 g Ethylacetat befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und  
 20 0,15 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 80 °C erwärmt und die Reaktion konstant bei dieser Außentemperatur durchgeführt. Nach 8 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Nach 24 h Reaktionszeit wurden wiederum 0,15 g AIBN hinzugegeben. Nach 36 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Die Reaktion wurde nach 48 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Polymers ist in Fig. 4 gezeigt.

Beispiel 2:

Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 200 g  
 30 2-Ethylhexylacrylat, 80 g N,N-Dimethylacrylamid, 120 g Methylmethacrylat, 0,2 g Bis-2,2'-phenylethyl-thiocarbonat und 50 g Ethylacetat befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und 0,15 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 80 °C erwärmt und die Reaktion konstant bei dieser Außentempera-  
 35 tur durchgeführt. Nach 8 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Nach 24 h Reaktions-

zeit wurden wiederum 0,15 g AIBN hinzugegeben. Nach 36 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Die Reaktion wurde nach 48 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Polymers ist in Fig. 5 gezeigt.

5

### Beispiel 3:

Ein für radikalische Polymerisationen konventioneller 2-L-Glasreaktor wurde mit 36 g Acrylsäure, 124 g Butylacrylat, 120 g tert.-Butylacrylat, 120 g Methylmethacrylat, 0,2 g Bis-2,2'-phenylethyl-thiocarbonat und 40 g Ethylacetat befüllt. Nach 45 Minuten Durchleiten von Stickstoffgas unter Rühren wurde der Reaktor auf 58 °C hochgeheizt und 0,15 g Azoisobutyronitril (AIBN, Vazo 64<sup>TM</sup>, Fa. DuPont) hinzugegeben. Anschließend wurde das äußere Heizbad auf 80 °C erwärmt und die Reaktion konstant bei dieser Außentemperatur durchgeführt. Nach 8 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Nach 24 h Reaktionszeit wurden wiederum 0,15 g AIBN hinzugegeben. Nach 36 h wurde mit 100 g Ethylacetat verdünnt. Die Reaktion wurde nach 48 h Reaktionszeit abgebrochen und auf Raumtemperatur abgekühlt. Das Polymer wurde nach Test D analysiert. Das DSC-Diagramm des Polymers ist in Fig. 6 gezeigt.

10

15

### Ergebnisse

20

Als Referenzmuster wurden die Vergleichsbeispiele R1 bis R3 hergestellt. Die Vergleichsbeispiele wurden konventionell durch freie radikalische Polymerisation hergestellt. Im Vergleich hierzu wurden die Polymere 1, 2 und 3 über eine kontrollierte radikalische Polymerisation hergestellt. Alle Polymerisate wurden mit Test C analysiert. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle 1 angegeben:

Tabelle 1

Beispiel	M <sub>w</sub> [g/mol]	Polydispersität PD
R1	691000	4,5
R2	723000	4,7
R3	693000	4,8
1	386000	2,2
2	398000	2,0
3	365000	1,9

M<sub>w</sub>: mittleres Molekulargewicht aus GPC

PD: M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> = Polydispersität aus GPC

25

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass die kontrolliert geführten radikalischen Polymerisationen eine bedeutend engere Molekulargewichtsverteilung (PD) liefern. Die Polydispersitäten der Vergleichsbeispiele liegen generell deutlich höher.

- 5 Im folgenden wurden die Glasübergangstemperaturen der einzelnen Beispiele mittels DSC bestimmt. Die Glasübergangstemperatur gibt die Temperatur an, an der bestimmte Polymerkettensegmente anfangen, sich zu bewegen, und die Haftklebemasse klebrig wird. Um nun eine möglichst enge Schalttemperatur für ein Hitze-aktivierbares Haftklebe-
- 10 Ermittelt wird dieser Bereich aus den DSC-Meßwerten, wobei Ausgleichslinien durch die ansteigende Kurve vor und nach der Glasübergangstemperatur gelegt werden. Durch das Anlegen einer dritten Gerade an der Glasübergangstemperatur ergeben sich zwei Schnittpunkte, die zum einen mit dem Beginn der Erweichung und zum anderen mit dem Ende des Glasübergangstemperaturbereiches korrelieren. Vor dem Anfangspunkt und
- 15 nach dem Endpunkt verändern sich die Eigenschaften des Polymers nicht mehr. Die einzelnen DSC-Diagramme der Vergleichsbeispiele R1 bis R3 und die Beispiele 1 bis 3 sind in den Figuren 1 bis 6 dargestellt. Die jeweiligen Glasübergangstemperaturen bzw. die Anfangs- und Endpunkte sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Beispiel	DSC	Glasübergangstemperatur $T_G$	$T_{\text{Anfang}} [^{\circ}\text{C}]$	$T_{\text{Ende}} [^{\circ}\text{C}]$	$\Delta T$
R1	Figur 1	34,2 °C	25,8	42,6	16,8
R2	Figur 2	49,3 °C	36,5	62,0	25,5
R3	Figur 3	60,8 °C	52,6	69,0	16,4
1	Figur 4	35,5 °C	30,7	40,2	9,5
2	Figur 5	45,6 °C	542,5	48,6	6,1
3	Figur 6	60,6 °C	57,1	64,0	6,9

20

- Der Tabelle 2 ist zu entnehmen, dass die Vergleichsbeispiele R1 bis R3 einen bedeutend größeren Temperaturaktivierungsbereich aufweisen. Die ermittelten Werte zeigen alle ein  $\Delta T$  von größer 15 °C. Die engverteilten Hitze-aktivierbaren Haftklebemassen weisen dagegen einen Temperaturaktivierungsbereich  $\Delta T$  von z. T. deutlich kleiner 15 °C auf
- 25 (Beispiele 1 bis 3). Weiterhin kann der Tabelle 2 entnommen werden, dass durch die

Wahl sowie der Zusammensetzung der Comonomere die Glasübergangstemperatur und somit auch die Aktivierungstemperatur gesteuert werden kann.

Der engere Aktivierungsbereich hat für industrielle Anwendungen oder im medizinischen Bereich große Vorteile, insbesondere, wenn temperaturempfindliche Substanzen verklebt werden, die einer maximalen Temperatur ausgesetzt werden können. Gerade im biologischen Bereich existieren für viele Verklebungen rund um die menschliche Haut natürliche Grenzen durch die Körpertemperatur. So sollte zur Repositionierbarkeit bei Raumtemperatur eine Verklebung nur eine möglichst geringe Klebkraft aufweisen und nach der Erwärmung die maximale Klebkraft möglichst schnell erreicht werden.

Im Hinblick auf diese Anwendung wurde für Vergleichsbeispiel R1 und Beispiel 1 die Klebkraft bei 23 °C und bei 35 °C gemessen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3

Beispiel	KK-Stahl, 35 °C [N/cm]	KK-Stahl, 23 °C [N/cm]
R1	3,3	0,6
1	3,4	0,2

KK: Klebkraft

50 g/m<sup>2</sup> Masseauftrag

Tabelle 3 kann entnommen werden, dass das Vergleichsbeispiel R1 eine bedeutend höhere Klebkraft bereits unter Normbedingungen (23 °C, 50 % Luftfeuchtigkeit) aufweist. Durch die geringere Klebkraft von Beispiel 1 läßt sich diese Haftklebmasse deutlich besser repositionieren. Erwärmt man dagegen Beispiel 1 oder Vergleichsbeispiel 1, so besitzen beide bei höheren Temperaturen (35 °C) etwa die gleiche Klebkraft. Der Unterschied im Klebverhalten ist eine Folge des engeren Aktivierungsbereiches.

Neben der bereits beschriebenen medizinischen Anwendung existiert auch im industriellen Bereich eine Reihe von Verklebungen, die eine gute Repositionierbarkeit bei Raumtemperatur und eine erhöhte Klebkraft bei Prozeßbedingungen erfordern. Diese Anwendungen sind in vielen Fällen nicht permanente Verklebungen, d. h. die Verklebung wird am Ende des Prozesses wieder aufgelöst. In den meisten Fällen wird gewünscht, dass

für die Auflösung der Verklebung ein möglichst geringer Kraftaufwand benötigt wird. Dies ist ebenfalls eine sehr bevorzugte Anwendung für die erfindungsgemäßen Hitze-aktivierbaren Haftklebemassen.



**Patentansprüche**

1. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse, umfassend ein Polymer oder Copolymer aus einer Monomierzusammensetzung, die zumindest 50 Gew.-% einer Verbindung der Formel  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{R}_1)(\text{COOR}_2)$  umfaßt, wobei  $\text{R}_1$  H oder  $\text{CH}_3$  darstellt und  $\text{R}_2$  H oder eine Alkylkette mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen darstellt, wobei das Polymer oder Copolymer
- eine statische Glasübergangstemperatur von  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  bis  $120\text{ }^\circ\text{C}$  aufweist;
- einen Temperaturaktivierungsbereich von  $15\text{ }^\circ\text{C}$  oder weniger aufweist; und
- eine Molekulargewichtsverteilung  $M_w/M_n$  von 2,5 oder weniger aufweist.
2. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Monomierzusammensetzung
- (a1) 10 bis 85 Gew.-% eines Acrylat- oder Methacrylatesters eines nicht-tertiären Alkohols, dessen Homopolymer eine statische Glasübergangstemperatur von  $0\text{ }^\circ\text{C}$  oder weniger aufweist;
- (a2) 0 bis 70 Gew.-% eines Acrylat- oder Methacrylatesters eines Alkohols, dessen Homopolymer eine statische Glasübergangstemperatur von mindestens  $50\text{ }^\circ\text{C}$  aufweist; und
- (a3) 5 bis 50 Gew.-% eines Monomers, das eine polare funktionelle Gruppe trägt; umfaßt.
3. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten (a1) und (a2) unabhängig voneinander aus einer Gruppe ausgewählt sind, die Acryl- und Methacrylsäureester umfaßt, die jeweils Alkylgruppen mit 4 bis 9 Kohlenstoffatomen aufweisen.
4. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponenten (a1) und (a2) unabhängig voneinander aus

einer Gruppe ausgewählt sind, die Methylacrylat, Methylmethacrylat, Ethylacrylat, n-Butylacrylat, n-Butylmethacrylat, n-Pentylacrylat, n-Hexylacrylat, n-Heptylacrylat, n-Octylacrylat, n-Octylmethacrylat, n-Nonylacrylat, Laurylacrylat, Stearylacrylat, Behenylacrylat und deren verzweigten Isomere umfaßt.

5

5. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente (a2) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die monofunktionelle Acrylate und Methacrylate von überbrückten substituierten oder unsubstituierten Cycloalkylalkoholen umfaßt, die zumindest 6 Kohlenstoffatome aufweisen.

10

6. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Komponente (a2) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Cyclohexylmethacrylate, Isobornylacrylat, Isobornylmethacrylate und 3,5-Dimethyladamantylacrylat umfaßt.

15

7. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die polare Gruppe der Komponente (a3) eine Carboxyl-, Sulfonsäure-, Phosphonsäure-, Hydroxy-, Lactam-, Lacton-, N-substituierte Amid-, N-substituierte Amin-, Carbamat-, Epoxy-, Thiol-, Ether-, Alkoxy- oder Cyan-Gruppe ist.

20

8. Hitze-aktivierbare Haftklebmasse nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer oder Copolymer eine statische Glasübergangstemperatur von 0 °C bis 100 °C aufweist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Hitze-aktivierbaren Haftklebmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Monomierzusammensetzung durch kontrollierte radikalische Polymerisation polymerisiert wird.

30

10. Verwendung einer Hitze-aktivierbaren Haftklebmasse nach einem der Ansprüche 1 bis 8 für ein Klebeband.

11. Verwendung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Haftklebmasse auf eine oder beide Seiten eines Trägers beschichtet ist.

35

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Hitze-aktivierbare Haftklebemasse. Dabei ist vorgesehen, dass die Hitze-aktivierbare Haftklebemasse ein Polymer oder Copolymer aus einer Monomer-  
5 Zusammensetzung umfaßt, die zumindest 50 Gew.-% einer Verbindung der Formel  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{R}_1)(\text{COOR}_2)$  umfaßt, wobei  $\text{R}_1$  H oder  $\text{CH}_3$  darstellt und  $\text{R}_2$  H oder eine Alkylkette mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen darstellt, wobei das Polymer oder Copolymer

eine statische Glasübergangstemperatur von  $-10\text{ }^\circ\text{C}$  bis  $120\text{ }^\circ\text{C}$  aufweist;

10

einen Temperaturaktivierungsbereich von  $15\text{ }^\circ\text{C}$  oder weniger aufweist; und

eine Molekulargewichtsverteilung  $M_w/M_n$  von 2,5 oder weniger aufweist.

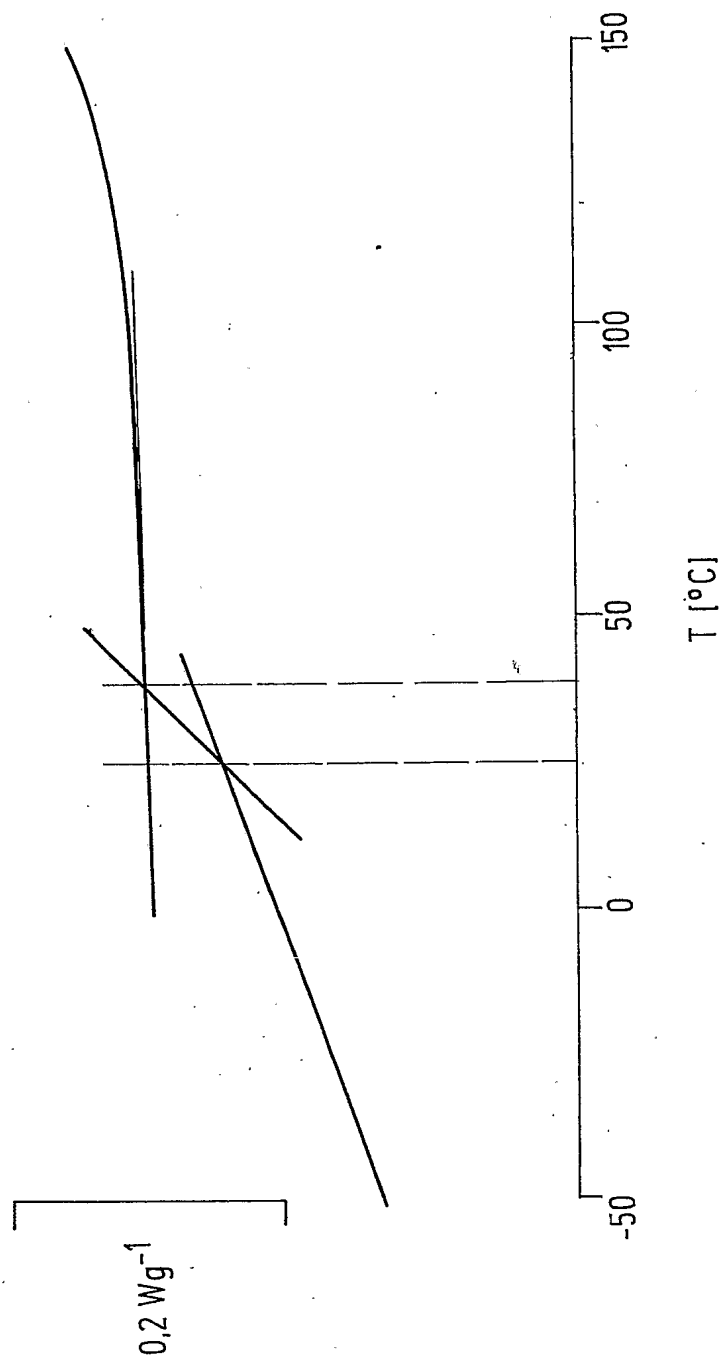


Fig.1 (Stand der Technik)

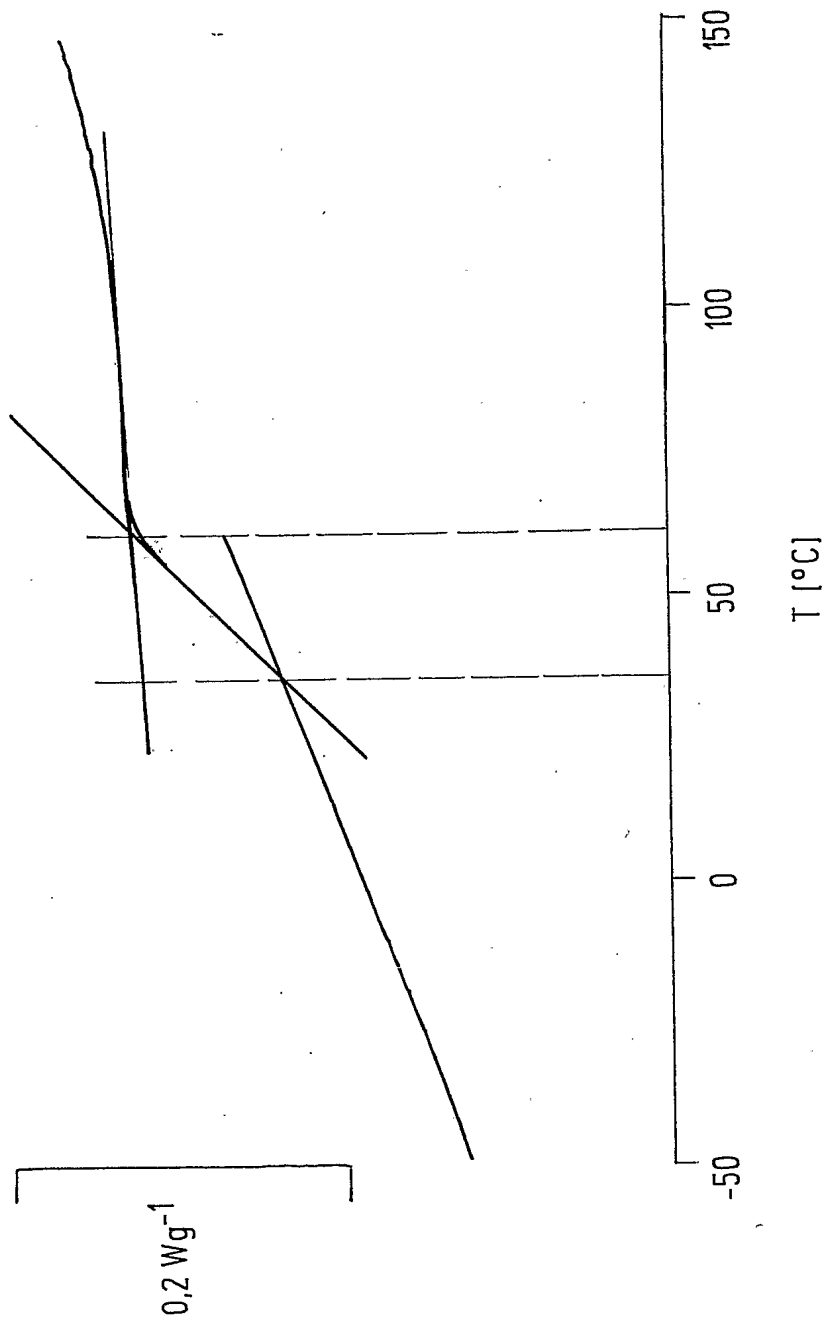


Fig.2 (Stand der Technik)

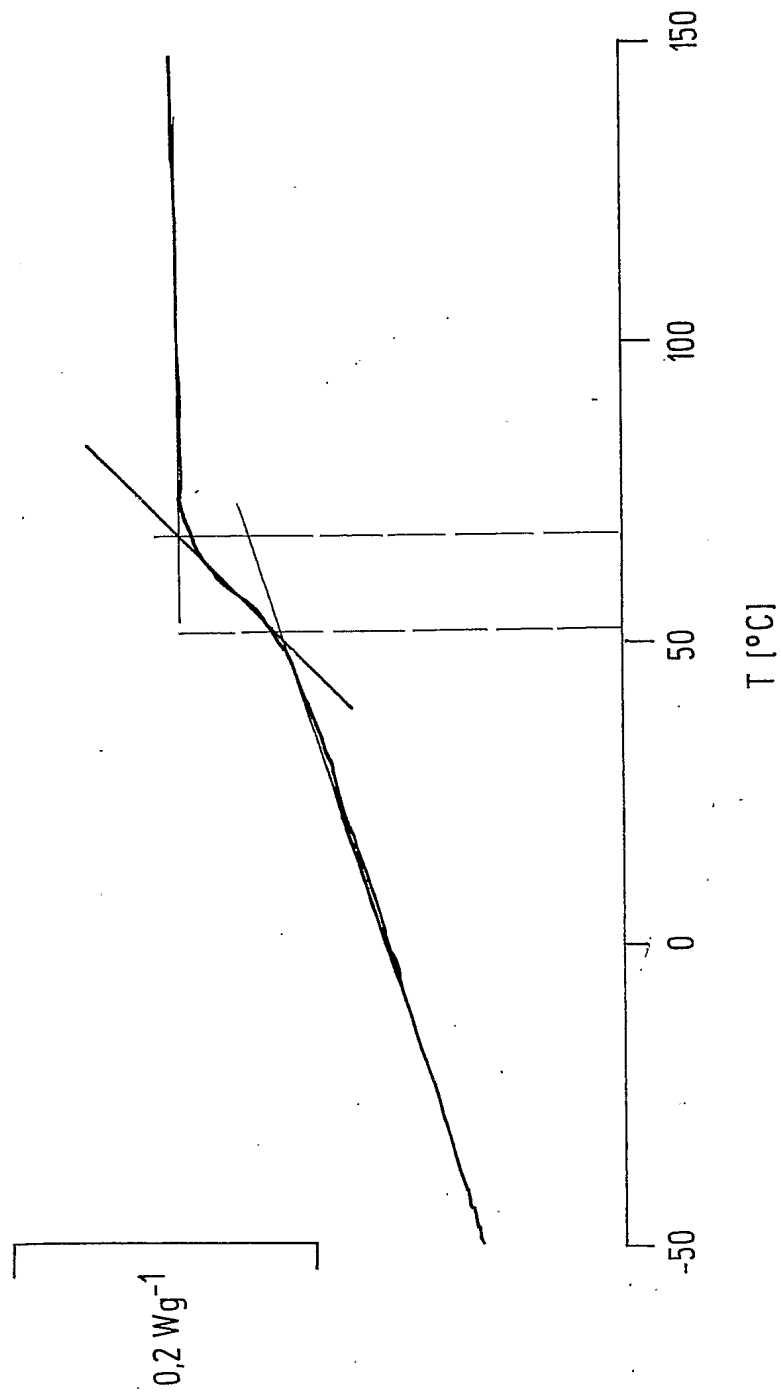


Fig.3 (Stand der Technik)

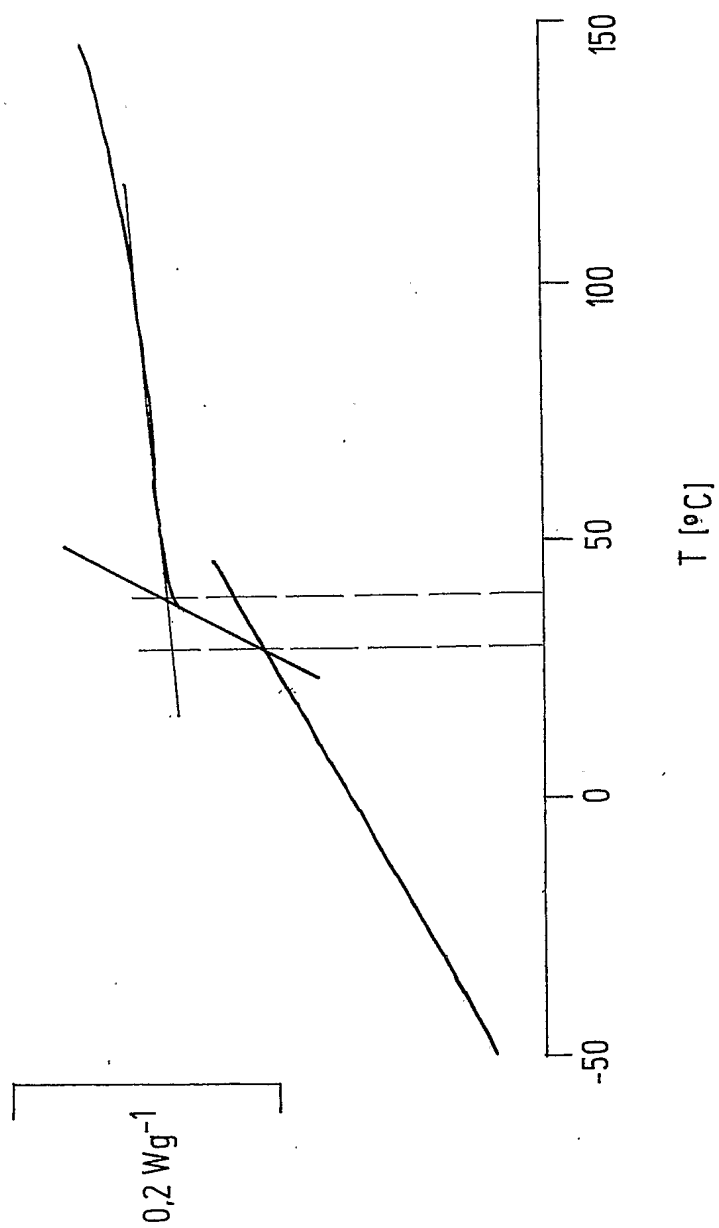


Fig.4

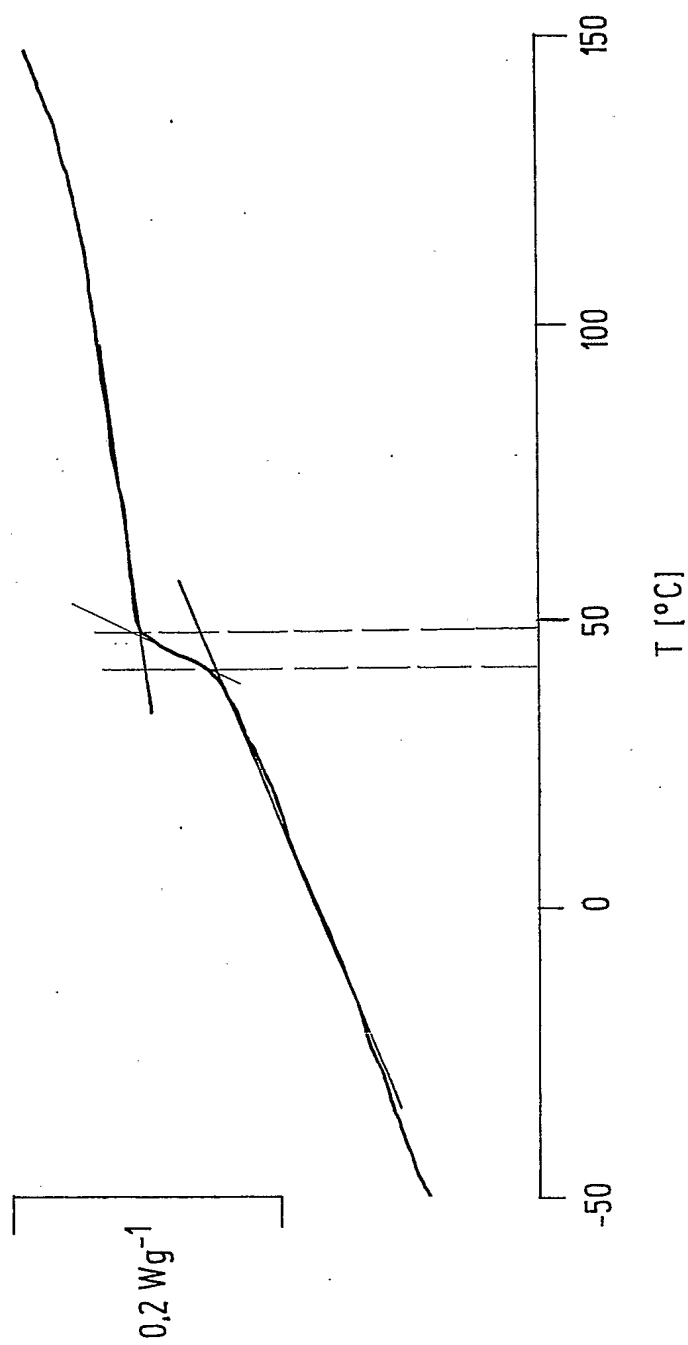


Fig.5



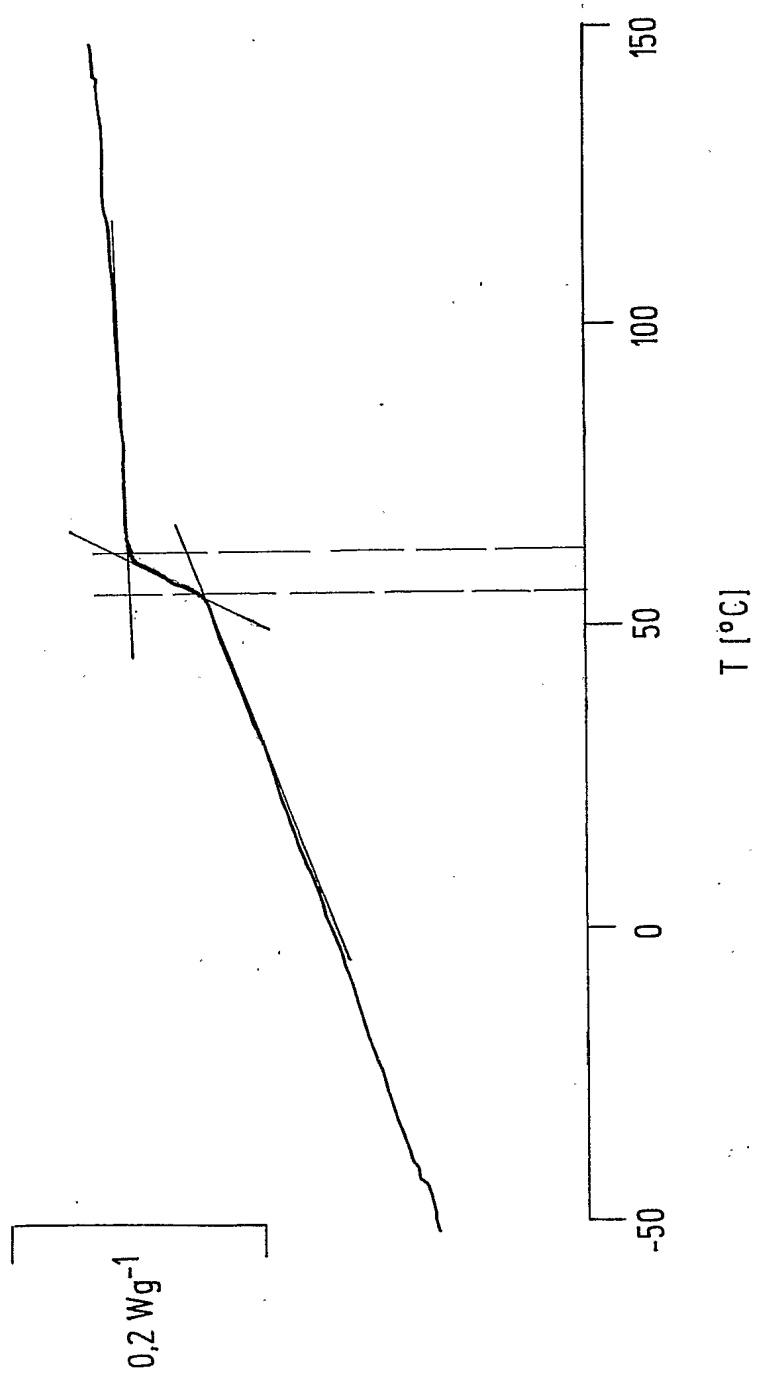


Fig.6